

REMARKS

Review and reconsideration on the merits are requested.

Claims 1-6 were all the claims pending in the application.

Prior art considered: U.S. Patent 2,713,379 Sisson (Sisson); U.S. Patent 2,519,107 Brown (Brown); JP 10-264,257, the Abstract thereof (JP '257; the specification at pages 1/2).

The rejections:

Claims 1 and 2 as anticipated by or, in the alternative, as obvious over Sisson. Paragraph 4 of the Action.

Claims 3 and 4 as being unpatentable over Sisson further in view of Brown. Paragraph 5 of the Action.

Claims 5 and 6 as being unpatentable over Sisson further in view of the admitted prior art (specification, pages 1 and 2 and the English Abstract of JP '257). Paragraph 6 of the Action.

Claims 1, 2, 5 and 6 as being unpatentable over the admitted prior art in view of Sisson. Paragraph 7 of the Action.

Claims 3 and 4 as being unpatentable over the admitted prior art and Sisson further in view of Brown. Paragraph 8 of the Action.

The above rejections are respectfully traversed.

The rewriting of the claims: claims 1 and 3 are combined as new independent claim 1.

Claims 1 and 6 are combined in new independent claim 7. Claim 2 remains dependent from claim 1. Claim 8, corresponding to initial claim 3, depends from claim 7.

In new independent claim 1, the recitation “wherein a cushioning member is interposed between a pressing surface of said pressing magnet jig and outside surfaces of the mated portions of said non-magnetic members.” finds support on page 3, lines 9-11 of the specification.

In new independent claim 7, the recitation “wherein a pair of non-magnetic members are bonded together, and said non-magnetic members are half-cylindrical skin members made of a fiber-reinforced composite material for constituting a fuselage of aircraft.” finds support on page 4, lines 20-22, page 7, lines 19-24 and Figs. 1 and 2 (Symbol 2) of the specification.

In new claims 9 and 10, the recitation “wherein said pressing magnet jig comprises a handle, a jig body made of a soft-magnetic material, and magnet members.” finds support on page 4, lines 23-25 of the specification.

In new claims 11 and 12, the recitation “wherein an applying pressure for curing is in a range of 0.025 kg/cm² to 0.8 kg/cm².” finds support on page 6, line 19 to page 7, line 1 of the specification.

In new claims 13 and 14, the recitation “wherein a heating temperature for curing is between a thermosetting temperature of said adhesive sheet and an heat resistance temperature of said magnetic.” finds support on page 8, lines 17-19 of the specification.

In new claims 15 and 16, the recitation “wherein said thermosetting temperature of said sheet is 100°C and said heat resistance temperature of said magnetic is 130°C.” finds support on page 7, lines 3-5, and page 8, lines 17-20 of the specification.

In new claims 17 and 18, the recitation “wherein a rate of heating or rate of cooling is a constant rate of 2-4°C/minute.” finds support on page 8, lines 26-28 of the specification.

Applicants now address the art rejections.

Applicants first turn to the rejection of claims 1 and 2 as anticipated by/obvious over Sisson.

While Applicants appreciate they have combined claims 1 and 3 in new independent claim 1, claim 3 not being rejected, they do offer the following comments with respect to amended claim 1, which it is believed also establish the patentability of claim 2.

Amended claim 1 calls for: "A method for bonding a plurality of non-magnetic members comprising the steps of:

- (1) mating non-magnetic members via an uncured adhesive interposed between their surfaces to be bonded;
- (2) applying pressure to the mated portions of said non-magnetic members between a pressing magnet jig and a pressure-receiving, soft-magnetic jig; and
- (3) curing said adhesive while applying pressure,

wherein a cushioning member is interposed between a pressing surface of said pressing magnet jig and outside surfaces of the mated portions of said non-magnetic members.

Thus, one major distinguishing feature of the amended claim 1 lies in the fact that a cushioning member is interposed between a pressing surface of the pressing magnet jig and outside surfaces of the mated portions of the non-magnetic members, making it possible not only to appropriately select the pressure in the range from 0.025 kg/cm^3 to 0.8 kg/cm^2 in the magnetic force of the magnet in bonding half-cylindrical skin members made of a fiber-reinforced composite material constituting the fuselage of aircraft but also to improve workability in the use

of the pressing magnetic jig and the pressure-receiving, soft magnetic jig (see page 3, lines 9-11, page 6, lines 6-15, page 6, line 19 to page 7, line 1 of the specification).

In contrast to claim 1 of the present application, although Sisson teaches a method for bonding together overlapping portions of strips by placing the mated portion of the strips (via a bonding film) between a pressing magnet jig and a pressure-receiving soft magnetic jig and applying a clamping or squeezing pressure to the parts by applying magnetic lines of force to draw overlapped portions of the joined strips together, thereby fabricating cabinets, boxes, furniture, etc. (see column 1, lines 15-19, column 2, lines 21-24, lines 44-50 and Fig. 2 of Sisson), Sisson fails to teach or suggest the use of a cushioning member interposed between a pressing surface of a pressing magnet jig and outside surfaces of the mated portions of the non-magnetic members.

Thus, quite clearly, claim 1 as amended, and thus claim 2, are not properly rejected over Sisson.

Withdrawal of the rejection is requested.

Applicants now address the rejection of claims 3 and 4 as obvious over Sisson further in view of Brown, noting that independent claim 1 now contains the subject matter of original claim 3, original claim 4 being cancelled but claim 8 being added corresponding to original claim 4 but depending from claim 7.

Applicants have earlier discussed in detail why amended claim 1 is not obvious over Sisson, and they focus herein on Brown.

Brown discloses a cushioning device employed in association with clamps, clamping brackets or the like to provide a device which presents the surface of the work to which the clamps are attached from becoming scratched, deformed, or otherwise damaged. The Brown cushioning device consists of pads formed from any suitable material possessing resilient characteristics, such as synthetic rubber, Neoprene, or the like (emphasis added) (see column 1, lines 1-11, column 2, lines 8-16 and Figs. 1 and 2 of Brown).

In contrast to Brown, the cushioning member of the present application is interposed between a pressing surface of a pressing magnet jig and the outside surfaces of mated portions of non-magnetic members, and it functions to put the bonding surfaces from the pressing magnet jig into uniform contact with the adhesive sheet by selecting a pressure from 0.025 kg/cm^2 to 0.8 kg/cm^2 in the magnetic force of the magnet, thereby producing sufficient bonding strength, and also improving workability in the use of the pressing magnet jig and the pressure-receiving, soft magnetic jig (emphasis added; see page 3, lines 14-17, page 6, lines 6-15, page 6, line 19 to page 7, line 1 of the specification).

Brown thus fails to teach or suggest any cushioning member which is capable of putting bonding surfaces into uniform contact with an adhesive sheet. As a consequence, one of ordinary skill in the art referring to Brown, even in combination with Sisson, would not be led to the subject matter of amended claim 1.

In summary, Sisson and Brown, alone or in combination, fail to teach or suggest a cushioning member capable of putting bonding surfaces into uniform contact with an adhesive sheet and which also improves workability during use of a pressing magnetic jig and a pressure-

receiving, soft magnetic jig, major features of the present invention as called for in amended claim 1.

Withdrawal is requested.

Applicants now address the rejection of claims 5 and 6 as obvious over Sisson further in view of the admitted prior art (specification, pages 1 and 2) and the JP '257.

Since claim 5 has been canceled and claims 1/6 written in combined form as independent claim 7, Applicants address the patentability of independent claim 7.

Claim 7 calls for:

“A method for bonding a plurality of non-magnetic members comprising the steps of:

- (1) mating non-magnetic members via an uncured adhesive interposed between their surfaces to be bonded;
- (2) applying pressure to the mated portions of said non-magnetic members between a pressing magnetic jig and a pressure-receiving, soft magnetic jig; and
- (3) curing said adhesive while applying pressure;

wherein a pair of non-magnetic members are bonded together, and said non-magnetic members are half-cylindrical skin members made of a fiber-reinforced composite material for constituting a fuselage of aircraft.

One major feature of claim 7 lies in the fact that a pair of non-magnetic members are bonded together, and the non-magnetic members are half-cylindrical skin members made of a fiber-reinforced composite material for constituting a fuselage of aircraft (see page 3, lines 14-17 of the present specification).

In contrast to the invention of claim 7, Sisson teaches a method for bonding overlapping portions of strips. The bonding is achieved by placing a bonding film between mated portions of the strips (interposed between the surfaces to be bonded). The assembly is placed between a pressing magnetic jig and a pressure-receiving soft magnetic jig and then clamping or squeezing pressure is applied to the joined parts by applying magnetic lines of force which draw the overlapping portions of the materials to be joined together, thereby fabricating cabinets, boxes, furniture, etc. (see column 1, lines 15-19, column 2, lines 21-24, lines 44-45 and Fig. 2 of Sisson). However, Sisson in no fashion teaches that such a pair of non-magnetic members are bonded together and that the non-magnetic members are half-cylindrical skin members made of a fiber-reinforced composite material for constituting a fuselage of an aircraft (present specification, page 3, lines 14-17).

Quite clearly, from Sisson alone one of ordinary skill in the art is not led to the subject matter of claim 7.

Applicants believe it fair to treat JP '257 as representative of the "admitted prior" and first turn briefly to JP '257. JP '257 discloses a method for joining thermosetting laminated resin boards comprising the steps of: sandwiching at least one uncured prepreg between joint surfaces of a thermosetting laminated resin board obtained by laminate molding a prepreg; and heating at a temperature required to cause a resin in the uncured prepreg to melt and cure while applying a pressure of 2 kgf/mm^2 or more (see the English translation of claim 1 of JP '257 attached hereto).

Having said that regarding JP '257, Applicants would now like to address the Examiner's statement at the bottom of page 4 of the Action that:

“The admitted prior art teaches the bonded fiber-reinforced composite materials are used to reduce the weight of transport vehicles including aircraft.”

Applicants disagree with the Examiner’s position for the reasons now set forth.

JP ‘257 provides a method for producing a large and/or complicated shaped vessel and apparatus particularly usable in a strongly corrosive atmosphere at a temperature ranging from the boiling point of water to 300°C, such as an electrolyzer used for a molten-salt aluminum electroplating (see the English translation of Paragraph No. [0001], lines 5-10 of JP ‘257 attached hereto). Thus, JP ‘257 is silent regarding bonded fiber-reinforced composite materials being used to reduce the weight of transport vehicles including aircraft.

In this regard, the means for applying pressure in JP ‘257 is not limited if it serves to generate a predetermined pressure and retains the pressure for a fixed period of time. For instance, in the case of parallel joining as shown in Fig. 1(a), a clamp or a press is preferably used because it will not injure the joint surfaces. However, in the case of joining perpendicularly as shown in Fig. 1(b), the means as such is difficult to use, and, accordingly, small screws (or nuts-bolts) are preferably used for pressing using their clamping force (screwing torque). In this regard, the screw should not bore through the joining portion in its length. The pressing force achieved using small screws can be adjusted by the number (distance) of screws per the joining area and the screwing torque (see the English translation of Paragraph No. [0034], lines 5-10 of JP ‘257 attached hereto).

However, even in the case of parallel joining, as shown in Fig. 3, JP ‘257 teaches that when small screws are used for pressing, they might be pulled out from the joining portion or

retained in the joining portion as used. In the latter case, that is, when small screws are retained as used, they might make it possible to improve the impact resistance of the joining portion by adding increased strength in joining due to mechanical connection of the small screws (see the English translation of Paragraph No. [0038], lines 1-6 of JP '257 attached hereto).

Based on these features of JP '257, the specification of the present application describes important problems which arise in JP '257 (see page 1, line 28 to page 2, line 12 of the specification).

Accordingly, Applicants submit that one of ordinary skill in the art referring to JP '257 and the admitted state of the prior art in the specification at pages 1/2, all being silent regarding a pair of half-cylindrical skin members made of a fiber-reinforced composite material as the non-magnetic members for constituting a fuselage of aircraft, would have no basis to reach the invention as recited in claim 7, and, accordingly, claim 7 is not rendered obvious by the prior art relied upon by the Examiner.

Withdrawal is requested.

Applicants now address the rejections of claims 1, 2, 5 and 6 as obvious over the admitted prior art in view of Sisson. Because original claim 1 has been combined with original claim 3 in new independent claim 1 (amended claim 1), on which original claim 2 is dependent, original claim 5 has been canceled from the claims, and original claim 6 has been incorporated into original claim 1 to give new independent claim 7, Applicants analyze the patentability of amended claim 1 and new claim 7 in the following.

Applicants have earlier discussed why amended claim 1 and new claim 7 are not obvious over Sisson and why independent claim 7 is not obvious over Sisson in view of the admitted prior art (specification, pages 1/2 and JP '257). However, Applicants further clarify the differences between such claims and Sisson with respect to the apparatus for applying or supplying pressure.

In the present application, as shown in Fig. 1, the pressure-applying surface of the pressing magnet jig 1 is shaped at least along the outside surface of the portion to be bonded of the half-cylindrical skin member 4 (emphasis added) (see page 6, lines 6-10 of the specification). The jig body 12 made of a soft-magnetic material and handle 11 is preferably attached to a pair of magnets 13 as shown in Fig. 1 to easily handle the magnets 13 (see page 7, lines 8-10 of the specification).

In this regard, one or more cushioning members 2 are preferably interposed between the pressing surface of the pressing magnet jig 1 and the outside surface of the mated portion of the half-cylindrical skin member 6 to facilitate detachment of the pressing magnet jig 1 from the bonded members and to improve the conformability of the pressing jig 1 to the shape of the portion to be bonded (see page 7, lines 19-24 of the specification). Thus, interposing the cushioning member and the structure of the jig body makes it possible not only to appropriately select a pressure from 0.025 kg/cm^2 to 0.8 kg/cm^2 in the magnetic force of the magnet in bonding half-cylindrical skin members made of a fiber-reinforced composite material and constituting the fuselage of aircraft, but also to improve workability in the use of the pressing magnet jig and the pressure-receiving, soft magnet jig.

Although Sisson teaches placing the mated portion of the strips between a pressing magnet jig and a pressure-receiving, soft magnetic jig with a bonding film therebetween and applying a clamping or squeezing pressure to the joined parts, Sisson is silent regarding the use of a cushioning member interposed between a pressing surface of a pressing magnet jig and outside surfaces of mated portions of non-magnetic members and is also silent regarding a jig body made of a soft-magnetic material and a handle attached to a pair of magnets.

Sisson discloses a pressing magnet jig made of an electromagnet, applying a constant squeezing force of about 30 pounds per square inch (2.17 kgf/cm^2) of permanent magnet area, which is sufficient to create a desired bond between the joined parts and the adhesive during the setting period (see column 2, lines 60-65). However, Sisson is quite different from the present application in that the pressing magnet jig is made of a permanent magnet to apply a pressure of $0.025\text{-}0.08 \text{ kg/cm}^2$, and has a heat resistance temperature of not less than 130°C in the case of using a thermosetting adhesive (because curing is carried out at a temperature between $100\text{-}130^\circ\text{C}$ under pressure - see the amended claim 1 and new claims 11-16 and page 6, line 19 to page 7, line 5 and page 8, lines 17-20 of the specification).

Accordingly, Applicants respectfully submit that one of ordinary skill in the art, referring to Sisson, which is silent regarding not only a magnet jig arranged above a soft-magnetic jig, but is also silent regarding the use of a cushioning member interposed between a pressing surface of a pressing magnetic jig and outside surfaces of the mated portions of non-magnetic members, would in no manner be motivated to reach the invention of amended claim 1.

However, the rejection is further over the admitted prior art which Applicants treat as JP '257.

JP '257 does teach, as the Examiner states, at page 5 of the Action, that:

“(T)wo parts are bonded through a method comprising applying an uncured thermosetting adhesive prepreg, i.e., sheet, to the mating portion of the two parts, placing the mated portion in a jig (a press), and curing the adhesive under pressure to form a bond between the two parts.”

However, JP '257 is silent regarding the use of a cushioning member interposed between a pressing surface of a pressing magnet jig and outside surfaces of mated portions of the non-magnetic members.

Accordingly, Applicants submit it to be quite clear that one of ordinary skill in the art, referring to JP '257, would not be motivated to reach the invention of amended claim 1, and this is the case even if JP '257 (the admitted prior art) is taken in view of Sisson.

As is clear from the forgoing, neither JP '257 nor Sisson teaches or suggests any cushioning member interposed between a pressing surface of a pressing magnetic jig and outside surfaces of mated portions of the non-magnetic members, the pressing jig being arranged above the soft-magnet jig, or any method for bonding half-cylindrical skin members made of a fiber-reinforced composite material as the non-magnetic members to constitute the fuselage of aircraft.

Quite clearly, one of ordinary skill in the art referring to the admitted state of art as typified by JP '257 and Sisson would not be led to reach the invention recited in amended claim

AMENDMENT UNDER 37 C.F.R. § 1.111
U.S. Application No.: 09/933,832

1 or new independent claim 7 and, accordingly, these claims are believed to be patentable over such prior art, and withdrawal of the rejection is requested.

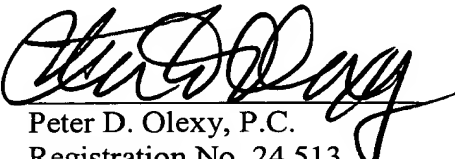
Applicants now address the rejection of claims 3 and 4 as obvious over the admitted prior art in view of Brown.

Noting that original claim 3 has been incorporated into original claim 1 and original claim 4 has been canceled, Applicants discuss the patentability of amended claim 1.

For the reasons earlier advanced, Applicants have discussed in great detail why amended claim 1 is not obvious over JP '257 nor obvious over Brown; for the reasons earlier advanced, Applicants submit it to be abundantly clear that admitted claim 1 would not be obvious over JP '257 even in combination with Brown.

Withdrawal of all rejections is requested as is allowance.

Respectfully submitted,


Peter D. Olexy, P.C.
Registration No. 24,513

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE
23373
CUSTOMER NUMBER

Date: September 12, 2003



RECEIVED
SEP 17 2003
TC 1700

#8/1222

9/23/03

I, Ikuzo Tanaka, declare as follows:

1. I am a citizen of Japan residing at 24-5, Mejirodai 4-chome, Hachioji-shi, Tokyo, Japan.

2. To the best of my ability, I translated

Japanese Patent Laid-Open No. 10-264257

from Japanese into English and the attached document is a true and accurate abridged English translation thereof.

3. I further declare that all statements made herein are true, and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that willful false statements and the like are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code.

Date: August 20, 2003

Ikuzo Tanaka
Ikuzo Tanaka

ABRIDGED TRANSLATION

Japanese Patent Laid-Open No. 10-264257

Laid-Open Date: October 6, 1998

Application No. 9-74080

Filing Date: March 26, 1997

International Classification: B29C 65/42, B29C 70/06; C25D 3/66

// B29K 101:10, B29K 105:06

Inventors : Kunihiro Fukui, Katsuro Hirayama, keiji Miki and
Junichi Uchida

Applicant: SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.

Address: 5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka-fu

TITLE OF THE INVENTION

METHOD FOR JOINING THERMOSETTING LAMINATED
RESIN BOARD

Claims

1. A method for joining thermosetting laminated resin board comprising steps of: sandwiching at least one uncured prepreg between joint surfaces of a thermosetting laminated resin board obtained by laminated molding a prepreg; and heating at a temperature required to cause a resin in said uncured prepreg to melt and cure while applying a pressure of 2 kgf/cm² or more.

Page 2, column 1, [0001]:

[0001]

Field of the Invention

The present invention is to provide a method for joining a

thermosetting laminated resin board already cured by laminated molding. The joining method of the present invention makes it possible produce a vessel and a device under contact with a strongly corrosive chemical for which a metallic vessel is not used due to corrosion. The joining method of the present invention is preferably applicable in producing a large and/or complicated shaped vessel and apparatus, particularly usable under a strongly corrosive atmosphere at a temperature ranging from the boiling point of water to 300°C, such as an electrolyzer used for a molten-salt aluminum electroplating.

Page 4, column 6, paragraph No. [0034]:

[0034]

A means for applying pressure is not limited if it serves to generate a predetermined pressure and keep the pressure for a fixed period of time. For instance, in the case of joining in parallel as shown in Fig. 1(a), a clamp or a press is preferably used because it may not injure the joint surfaces. However, in the case of perpendicularly joining as shown in Fig. 1(b), the means as such is difficult to use, and, accordingly, small screws (or nuts in the position of bolts) are preferably used for pressing by their clamping force due to screwing torque. In this regard, the screw should not bore through the joining portion in its length. The pressing force by small screws can be adjusted by the number (distance) of screws per the joining area and the screwing torque.

Page 5, column 6, paragraph No. [0038]:

[0038]

When small screws are used for pressing, they might be either pulled out from the joining portion or retained in the joining portion as used. In the latter case, that is, when small screws are retained as used, they might make it possible to improve impact resistance of the joining portion by

adding the highly elevated strength in joining due to mechanical connection by the small screws. However, when the bonding good is used under a strongly corrosive atmosphere, for instance, as in the electrolyzer used for the molten-salt aluminum electroplating, the small screws should be pull off from the joining portion because of corrosion thereof, or when the small screws are retained as uses in the joining portion, it might be possible to prevent them from corrosion by using those having sinking heads (sinking small screws), as shown in Fig. 3, placing a prepreg over the countersink formed at each overhead of the screws, followed by pressing and heating only this part by an appropriate means such as iron to cover the head of the screw.

Fig. 1(a)

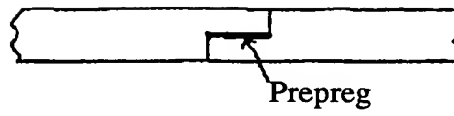


Fig. 1(b)

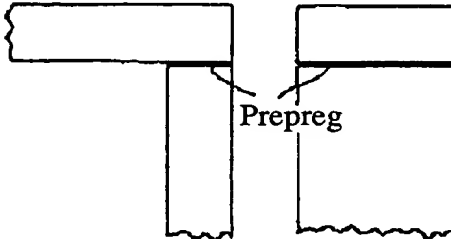


Fig. 2

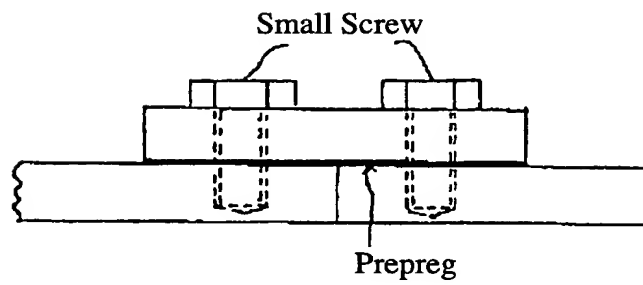


Fig. 3(a)

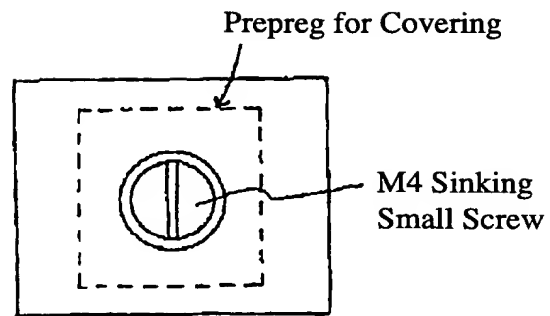
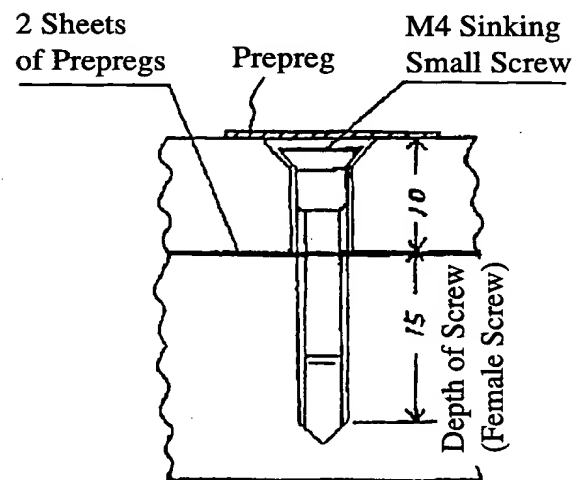


Fig. 3(b)



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-264257

(43) 公開日 平成10年(1998)10月6日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

B 2 9 C 65/42

B 2 9 C 65/42

70/06

C 2 5 D 3/66

C 2 5 D 3/66

B 2 9 C 67/14

G

// B 2 9 K 101:10

105:06

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-74080

(22) 出願日

平成9年(1997)3月26日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 福井 国博

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 平山 克郎

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 三木 啓司

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 広瀬 章一

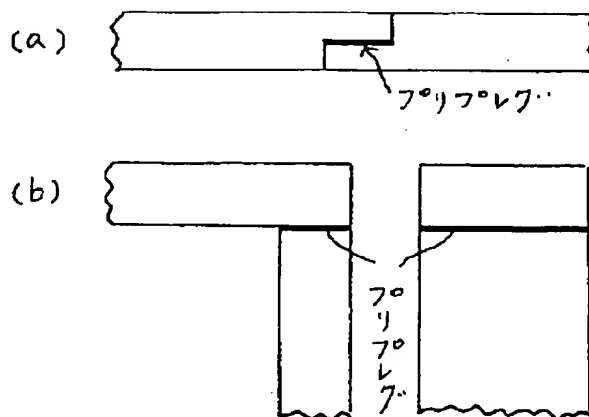
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱硬化型積層樹脂板の接合方法

(57) 【要約】

【課題】 ポリイミド系の熱硬化型積層樹脂板から溶融塩電気アルミニウムめっきの電解槽を製作することができるよう、強腐食性の高温環境でも接合部が劣化しない熱硬化型積層樹脂板の接合方法を提供する。

【解決手段】 2枚の熱硬化型積層樹脂板の接合面に、少なくとも1枚の未硬化の熱硬化性プリプレグを挟み、接合部を2Kgf/cm²以上の圧力に加圧しながらプリプレグ中の樹脂の溶融と硬化に必要な温度に加熱する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プリプレグの積層成形により得られた熱硬化型積層樹脂板の接合面を、少なくとも1枚の未硬化のプリプレグを間に挟んで2Kg/cm²以上の圧力に加圧しながら未硬化プリプレグ中の樹脂の熔融と硬化に必要な温度に加熱することを特徴とする、熱硬化型積層樹脂板の接合方法。

【請求項2】 前記プリプレグの樹脂成分が付加重合型熱硬化性ポリイミド樹脂である、請求項1記載の熱硬化型積層樹脂板の接合方法。

【請求項3】 請求項1または2記載の方法により接合された熱硬化型積層樹脂板からなる容器。

【請求項4】 請求項1または2記載の方法により接合された熱硬化型積層樹脂板からなる溶融塩電気めっき用電解槽。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、すでに積層成形により熱硬化した熱硬化型積層樹脂板の接合方法に関する。本発明の接合方法を採用することにより、腐食の問題から金属材料製の容器が使用できない、高腐食性の化学薬品が接触する容器や装置を製作することが可能となる。本発明の接合方法は特に、水の沸点以上、300℃以下の温度の強腐食性雰囲気下で使用される、大型および/または複雑形状の容器や装置、例えば、溶融塩電気アルミニウムめっき用の電解槽の製作に適している。

【0002】

【従来の技術】電気めっき設備の電解槽は、耐薬品性に優れた樹脂単体か、またはかかる樹脂で金属をライニングした材料から製作されることが多い。これは、電気めっき用電解槽には電気絶縁性が必要であることと、めっき液が一般に酸性またはアルカリ性であって、腐食性であるためである。

【0003】また、樹脂単体または樹脂ライニング金属材料は、電気めっき用電解槽だけではなく、腐食性の強い化学薬品の貯蔵容器といった、強腐食性環境下で使用される他の容器や装置の製作にも利用されている。

【0004】これらの材料のうち、金属を樹脂ライニングした材料は、電気めっき用の電解槽や薬品貯蔵用容器の製作に既に利用されている。しかし、ライニングに使用できる樹脂が限られている上、ライニングは複雑形状の容器には不向きであり、また樹脂ライニングが傷付くと下地の金属の腐食が避けられないので、容器の耐久性の点でも問題がある。

【0005】耐薬品性に優れた樹脂単体から容器を製造する場合、樹脂としては熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂のいずれも使用可能であるが、高温で 사용되는容器では、熱可塑性樹脂より耐熱性に優れている熱硬化性樹脂の使用が有利である。中でもポリイミド樹脂が耐熱性に優れていることは良く知られている。

【0006】大型容器用の樹脂には高強度が要求されるので、一般にガラス繊維などの強化用繊維を含有する繊維強化プラスチックが使用される。繊維強化プラスチックには、①繊維が短繊維のもの、②長繊維を1方向に揃えたもの、③マットや織物などの布状のもの、などがある。③の1種である熱硬化型積層成形樹脂板は、布状の繊維基材に熱硬化性樹脂を含浸させ、必要により乾燥して溶媒を除去した樹脂含浸繊維基材（プリプレグと呼ばれる）を積層し、加圧下に加熱して樹脂を熱硬化させると同時に一体化したものであり、繊維強化プラスチックの中でも強化繊維の割合が最も高くなるので、非常に高強度の材料となる。

【0007】含浸用樹脂として熱硬化性ポリイミド樹脂を用いたポリイミド系の熱硬化型積層樹脂板は、特に耐熱性や絶縁性に優れているので、プリント配線板の基板等として主に電気分野で使用されるようになってきた。また、樹脂が熱硬化性ポリイミドで、強化用繊維が炭素繊維である熱硬化型積層樹脂板は、耐熱性と強度が極めて高いことから、航空宇宙用の先端複合材料として研究されている。このようなポリイミド系の熱硬化型積層樹脂板には、硬化中に揮発性物質が発生しない付加重合型の熱硬化性ポリイミド樹脂、特にビスマレイミド系ポリイミド樹脂が主として使用されている。

【0008】熱硬化型積層樹脂板から容器を作製する方法としては、①前記のプリプレグを積層した後、積層体を金型に入れ、加圧下に加熱して、硬化と成形を同時に行う方法、および②既に硬化の終了した積層樹脂板を所定寸法に切断し、これを接合組立てして容器を作製する方法がある。

【0009】①の方法は一体成形であり、接合の必要はない。しかし、金型を必要とするので、例えば、電解槽のように少量生産品の製作には不利である。また、深い容器、大型容器、複雑形状の容器の作製も困難である。電解槽は一般に深く、大型であるので、①の方法は適していない。

【0010】②の方法は型を使用せずに容器を製作することができるが、接合手段に問題がある。樹脂が熱可塑性であれば、溶接、即ち、接合部または溶接棒（これは接合材と同種の樹脂からなる）を加熱して融着させる手法により確実に接合できる。この場合には、接合部は、周囲の成形体の材料と同一または同種の材料からなるので、接合部が特に耐薬品性や強度などの性能で劣っていることはない。

【0011】一方、熱硬化型積層樹脂板のように既に熱硬化した成形体の接合では、溶接で接合することはできないので、接着剤による接合か、間にパッキング材を挟んでボルト、ナット等により機械的に接合させるといった手段になる。

【0012】しかし、接着剤による接合では、容器に要求される接合部の気密性を必ずしも確保することができ

ポリイミド樹脂より、それより耐熱性はやや低いが付加重合型のポリイミド樹脂の方が好ましい。縮合型ポリイミド樹脂は加熱硬化中に揮発性成分が発生するからである。

【0025】付加重合型ポリイミド樹脂の代表例はビスマレイミド系ポリイミド樹脂であるが、ナジック酸末端ポリイミド樹脂、アセチレン末端ポリイミド樹脂等も使用できる。ビスマレイミド系ポリイミド樹脂の具体例には、ポリアミノビスマレイミド樹脂、ビスマレイミド-10 ジアリルビスフェノール系ポリイミド樹脂、ビスマレイミド-トリアジン系ポリイミド樹脂、これらの変性樹脂などが挙げられる。

【0026】プリプレグの積層成形は、プリプレグを数枚から数十枚重ね、熱プレスで加圧しながら加熱して、プリプレグ中の樹脂を溶融および硬化させることにより行われる。熱プレスにおける圧力、温度、熱プレス時間は、樹脂種やプリプレグの積層枚数に応じて選択される。例えば、樹脂が縮合型（例、フェノール樹脂）の場合には圧力が高く、付加型の場合には圧力は低い。また、圧力が高い場合には、加圧圧力を次第に増大させる方法が採用されることが多い。熱プレスにより樹脂を完全に硬化させると、本発明において接合に用いる熱硬化型積層樹脂板が得られる。

【0027】本発明に係る接合方法では、接着剤の代わりに、プリプレグを接合部材として使用する。プリプレグの状態では、熱硬化性樹脂がまだ未硬化であるので、その樹脂の溶融性と熱硬化性を接合に利用するのである。接合材として使用するプリプレグは、接合すべき熱硬化型積層樹脂板の製造に用いたのと全く同じプリプレグでもよいが、別のプリプレグを使用してもよい。

【0028】接合材として使用するプリプレグ中の樹脂種は、接合すべき積層樹脂板中の樹脂種と同一または同種のものであることが好ましい。しかし、プリプレグの樹脂量や繊維基材の形態は、接合材として用いるプリプレグと熱硬化型積層樹脂板とで異なってもよい。例えば、接合にはプリプレグ中の樹脂成分が溶融し、流れて、接合部の間隙を完全に充填する必要があるので、接合部にボイドが残らないように、熱硬化型積層樹脂板より樹脂量の多いプリプレグを使用することが好ましいこともある。

【0029】本発明に係る接合方法は次のようにして実施することができる。まず、2枚の熱硬化型積層樹脂板の接合部に、少なくとも1枚のプリプレグを挟む。接合部に挟むプリプレグの枚数は、接合に十分な樹脂量がプリプレグから供給されるように選択する。通常は2~3枚程度が適当である。プリプレグの枚数があまりに多くなると、組立て時の寸法精度が悪くなる。

【0030】樹脂板の接合部の構造は接着剤による接合同様にすればよい。例えば、2枚の樹脂板の末端を平面状に平行に接合する場合には、端面同士を突き合わせ

接合するより、両者の接合末端を図1(a)に示すようなカギ型形状に加工して、平面と平行な接合面にプリプレグを配置することが好ましい。但し、接合部の形状は図示例に限るものではなく、他の形状も可能である。また、図示例において、平面と垂直方向の接合面にもプリプレグを配置してもよい。

【0031】容器の角のように、2枚の樹脂板を互いに垂直に接合する、即ち、一方の樹脂板の端面を他方の樹脂板の平面の末端(L型接合)または他の位置(T型接合)に接合する場合には、図1(b)に示すように、単純に接合面(即ち、一方の樹脂板の端面)にプリプレグを配置すればよい。しかし、この場合にも、接合面をカギ型その他の形状に加工することもできる。

【0032】接合面にプリプレグを挟んだ後、2枚の熱硬化型積層樹脂板の接合部を加圧しながら加熱して、プリプレグ中の熱硬化性樹脂を溶融させ、熱硬化させると、樹脂板の接合が達成される。加圧は、プリプレグ中の熱硬化性樹脂が加熱で溶融した時に、接合面が均一に樹脂で濡れるようにするために必要である。

【0033】このための加圧圧力(面圧)は2Kgf/cm²以上とする。圧力が2Kgf/cm²より低いと、溶融した樹脂が接合面に十分に広がらず、接合面が全体に均一に樹脂で濡れないため、接合強度が低くなる。圧力の上限は特に制限されず、15~20 Kgf/cm²或いはそれ以上といった高い圧力も使用できるが、圧力が10 Kgf/cm²を超えると、圧力増加による接合強度の向上が少なくなるので、通常は10 Kgf/cm²以下とすることが好ましい。また、大型の容器等を組み立てる場合には接合面積が大きいの20 で、装置や工具の都合上からも10 Kgf/cm²以下とすることが好ましい。

【0034】加圧手段は、所定の圧力を発生させ、一定時間保持できれば、特に制限されない。例えば、図1(a)に示すような平行接合では、クランプやプレス機を利用して行うことが、接合部に傷をつけないのが好ましい。しかし、図1(b)に示すような垂直接合の場合には、このような加圧手段は採用しにくいので、図2に示すように、ビス(またはボルトとナット)を利用して、ネジこみトルクによる締付け力に加圧することができる。この時に、ビスは接合部を完全に貫通しない長さにする。ビスによる加圧力は、接合部面積に対するビスの数(間隔)と締付けトルクにより調整することがで40 ける。

【0035】接合部の加熱手段にも特に制限はない。この加熱は、接合部だけを局部的に熱風等で加熱することによって行ってもよいが、局部加熱すると加熱部の熱膨張により樹脂板の破損や接合部の破損を生じることがあるので、均熱炉を使用して樹脂板全体を均一加熱することが好ましい。

【0036】加熱温度は、接合材であるプリプレグ中の熱硬化性樹脂を溶融させ熱硬化させるのに十分な温度で

あればよい。樹脂が熱硬化性ポリイミド樹脂である場合には、150～230℃の範囲内が好ましく、より好ましくは160～210℃、特に200℃前後である。150℃より低温では樹脂が十分溶解しないため、接合面が樹脂で十分に濡れず、樹脂の硬化反応も不完全であるので、十分な接合強度を得ることが困難となる。加熱温度が230℃を超えても、接合は可能であるが、接合強度はそれ以上に増大せず、加熱コストが嵩む。

【0037】加圧下での接合面の加熱温度は、10分間程度保持できれば接合は可能であるが、加熱温度の保持時間が1時間程度になると安定した接合強度を得ることができる。大型の容器やめっき電解槽の場合には、強度確保のために樹脂板の厚みも通常は厚くなるので、接合部の内部まで均一に加熱して、最大の接合強度を得るため、さらに長時間の加熱を行ってもよい。また、容器が大型の場合には、加熱の昇温、降温過程での熱歪みから接合部や樹脂板に無理な応力がかかり、亀裂の発生することがあるので、例えば8～24時間といった長時間をかけて、緩やかな加熱処理を行うことが好ましい。

【0038】ビスにより加圧した場合には、接合が終了した後、接合部からビスを抜取っても、そのまま残しておいてもよい。ビスを残しておけば、ビスによる機械的な接合も加わり、接合強度は著しく高くなり、特に接合部の耐衝撃性が向上する。しかし、例えば、熔融塩電気アルミニウムめっき用の電解槽のように、接合した製品が強腐食性環境で使用される場合には、使用中にビスが腐食するので、ビスを抜取るか、或いはビスを残す場合には、図3に示すように、ビスを埋め込みネジ型のものとし、ネジの頭上の穴にプリプレグのシートを配置し、適宜手段(例、アイロン)でこの部分だけを加圧・加熱することによりネジの頭を被覆して、ネジの腐食を防止するようにしてもよい。

【0039】本発明によれば、プリプレグの積層成形により得られた熱硬化型積層樹脂板を、接着剤ではなく、熱硬化性のプリプレグを接合材とし、プリプレグ中に含まれる熱硬化性樹脂の熔融と熱硬化による接着作用を利用して接合する。樹脂板中の樹脂とプリプレグ中の樹脂を同種のものにすれば、プリプレグ中の樹脂は樹脂板によく馴染むので、高い初期接合強度を得ることができる。

【0040】しかも、接着剤を使用した場合と異なり、接合部は熱硬化型積層樹脂板と同種の材質になり、従って、同様の耐薬品性、耐熱性、機械的強度といった特性を示すので、使用中の腐食挙動は、接合部と熱硬化型積層樹脂板とでほとんど同じになる。接合部にも強化用繊維が存在するので、接合部の強度が高く、接着剤のように接合部の強度が不十分で、強い応力が接合部に加わった時に接合部が凝集破壊することもない。

【0041】例えば、熱硬化型積層樹脂板としてポリイミド系のものを使用し、接合剤のプリプレグもポリイミ

ド系のものであれば、接合部も熱硬化型積層樹脂板と同様に強腐食性の高温環境に十分に耐えるので、長期間使用しても、初期の接合強度がほとんど低下せずに保持され、接合部の腐食劣化による接合強度の低下や漏れといった現象が起こりにくい。

【0042】従って、本発明の接合方法は、腐食性の強い化学薬品の貯蔵容器や、これ进行处理する装置類の製作に適しており、特にこれまでは満足できる接合方法がなかった、熔融塩電気アルミニウムめっき(アルミニウム合金めっきを含む)に用いる電解槽の製作にも十分に適用できる。

【0043】かかる電気めっき用電解槽の1例を図4に示す。図4において、電解槽6をポリイミド系の熱硬化型積層樹脂板から本発明の接合方法により製作することができ、ノズル7もポリイミド製とすることが好ましい。さらに、密閉される上部空間の壁材も、電解槽6と同様に製作してもよい。

【0044】熔融塩電気アルミニウムめっきに使用される熔融塩は、例えば、塩化アルミニウムと塩化ナトリウムと塩化カリウムとを61:26:13(mol%)の比率で含有する。これにさらに浴温低下のために金属フッ化物を加えたり、或いはアルミニウム合金めっきのために合金元素の塩化物(または他の塩)を添加することもある。浴温(熔融塩の温度)は通常は150～300℃、例えば200℃前後であり、1m/秒前後の液速度で熔融塩を攪拌するのが普通である。

【0045】

【実施例】

(実施例1)市販のポリイミド系熱硬化型積層樹脂板

(日光化成社製、ニコライトNL-PIG-13、厚み2.5mm、樹脂はビスマレイミド系ポリイミド樹脂、繊維基材はガラスクロス、樹脂量約33重量%)とプリプレグ(樹脂と繊維基材は樹脂板と同じ、厚み0.25mm、樹脂量約33重量%、未硬化の樹脂の熔融温度は160℃)とを用い、本発明の方法に従って接合することにより、剪断引張試験用の平行接合試験片を作製した。

【0046】この平行接合試験片は、図5に示すように、幅30mm×長さ150mmに切断した2枚の積層樹脂板の端部を30mmの長さだけ重ね、両者の間に上記プリプレグ2枚を挟んだ後、熱プレスにより加圧下に加熱することにより作製した。接合面積は30×30mm(=9cm²)である。熱プレスは、温度と圧力を変えて行ったが、熱プレス時間は10分間に統一した。熱プレス終了後、得られた接合試験片を約1時間放冷してから、大気雰囲気下、25℃でインストロン試験機により試験片を2.0mm/分の速度で引張ることにより接合部に剪断引張応力を加え、その剪断強度(接合強度)を測定した。試験結果を表1に熱プレス条件と共に示す。

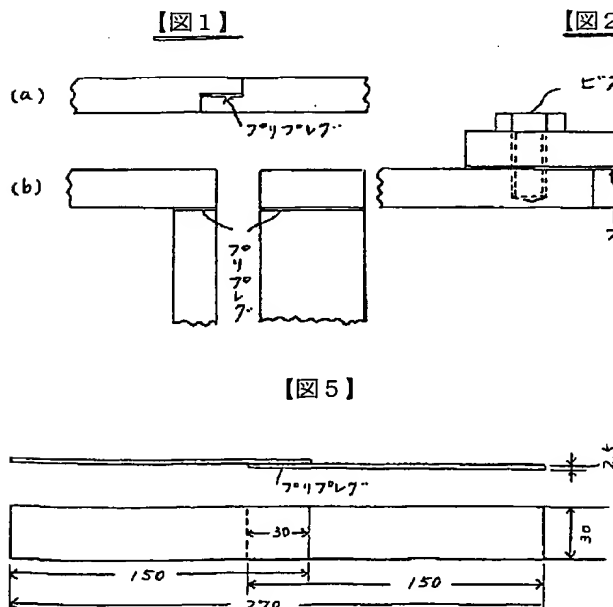
【0047】

【表1】

試験 No.	発生面圧 (kg/cm ²)	加熱時間 (分)	引張強度 (kgf/cm ²)	試験片 の寸法
1	0.5	10.0	測定できず	A
2	1.0	10.0	2	A
3	1.0	10.0	3	B
4	2.5	10.0	37	A
5	10.0	10.0	41	A
6	10.0	10.0	39	B
7	15.0	10.0	44	A
8	5.0	1.0	2	A
9	5.0	2.0	11	A
10	5.0	5.0	28	A
11	5.0	10.0	41	A
12	5.0	20.0	46	A
13	5.0	60.0	45	A
14	5.0	120.0	49	A
15	5.0	240.0	43	A
16	5.0	600.0	45	A
17	10.0	0.5	1	B
18	10.0	1.0	3	B
19	10.0	3.0	18	B
20	10.0	30.0	33	B
21	10.0	300.0	47	B

【0056】表2からわかるように、面圧（圧力）が2 Kgf/cm² 以上であれば、高い垂直引張強度が得られた。但し、加熱時間が1分以下と極端に短いと、樹脂が十分に溶融しないため、接合強度は著しく低くなった。加熱時間は樹脂が完全に溶融するように十分にとることが望ましい。

【0057】



【発明の効果】本発明によれば、これまでの接着剤による接合やパッキング材を介した機械的接合では、強腐食性の高温環境で接合部が劣化し易かった熱硬化型積層樹脂板に対して、かかる環境でも長期間にわたって接合部の劣化を生じないように接合することが可能となる。

【0058】その結果、例えば、溶融塩電気アルミニウムめっき用の電解槽のように、強腐食性で100～300℃といった高温の環境に曝される場合にも使用可能な容器や装置を、熱硬化型積層樹脂板から作製することが可能となり、この樹脂板の用途が大きく拡大する。また、強腐食性環境で使用される容器や装置の耐久性が改善され、および/またはその製造コストが低減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る熱硬化型積層樹脂板の接合部の構造例を示す説明図である。

【図2】本発明に係る熱硬化型積層樹脂板の接合部の別の構造例を示す説明図である。

【図3】加圧に用いた埋め込みネジを残しておく態様におけるネジ頭部の被覆方法を示す説明図である。

20 【図4】溶融塩電気アルミニウムめっき装置の1例を示す説明図である。

【図5】実施例で作製した剪断引張試験片の形状を示す説明図である。

【図6】実施例で作製した垂直引張試験片の形状を示す説明図である。

【符号の説明】

- | | |
|-------------|-----------------|
| 1 : シールロール | 2 : コンダクターロール |
| 3 : 電極 [A1] | 4 : シンクロール |
| 5 : 鋼帯 | 6 : 電解槽 (めっきセル) |
| 30 : ノズル | 8 : めっき液 (溶融塩) |

